CÓD. 156

PROJETOS *Grandes*

PREFÁCIO

MUITO SE TEM PUBLICADO A RESPEITO DE ÁUDIO, TANTO EM LIVROS COMO EM REVISTAS ESPECIALIZADAS. PORÉM, NA QUASE TOTALIDADE DAS VEZES FRUSTA O LEITOR POIS O ARTIGO NÃO CORRESPONDE AO SEU ANSEJO OU OS COMPONENTES NEM SEMPRE SÃO DE FÁCIL AQUISIÇÃO NAS LOJAS DO RAMO.

ESTA OBRA REUNE O QUE HÁ DE MELHOR EM MONTAGEM DE ÁUDIO, POSSIBILITANDO A CONSTRUÇÃO DE UM AMPLIFICADOR MONOFÔNICO COM POTÊNCIA ENTRE 20, 30, 40, 70, 130 OU 200 WATTS RMS.

FOI RESPEITADA A IDÉIA DE QUE TODOS ELES TENHAM MATERIAIS DE FÁCIL AQUISIÇÃO NOS PRINCIPAIS CENTROS DE ELETRÔNCIA DO PAÍS.

O AUTOR
Luiz Carlos Pereira

EDITÔRA DE LIVROS TÉCNICOS LTDA.
R. DR. COSTA VALENTE, 33 - FONE PABX (011) 948-5255 CEP 03052 - S.PAULO - SP.

1 - APRESENTAÇÃO

Neste volume, trataremos da montagem de um amplificador monofônico com entradas para cápsula magnética acoplada ao seu Pré-Equalizador em uma curva RIAA, uma entrada auxiliar, uma entrada para receptores AM/FM e uma entrada de alto nível para gravador. Possui também uma tomada de saída de gravação controlada por uma chave. O simples apertar dessa chave faz com que o som vindo de qualquer entrada, desapareça e em seu lugar ouviremos a audição de um gravador K7 ou de rolo. Como não podia faltar, adicionamos uma segunda chave que comanda o corretor fisiológico ou **"LOUDNESS"** que, dessa forma, compensará a deficiência do ouvido humano em perceber as frequências altas e baixas em níveis baixos de audição.

Mostramos na figura 1 em blocos o amplificador de áudio completo para sua visualização total.

DIAGRAMA EM BLOCO DE UM AMPLIFICADOR MONOFÔNICO

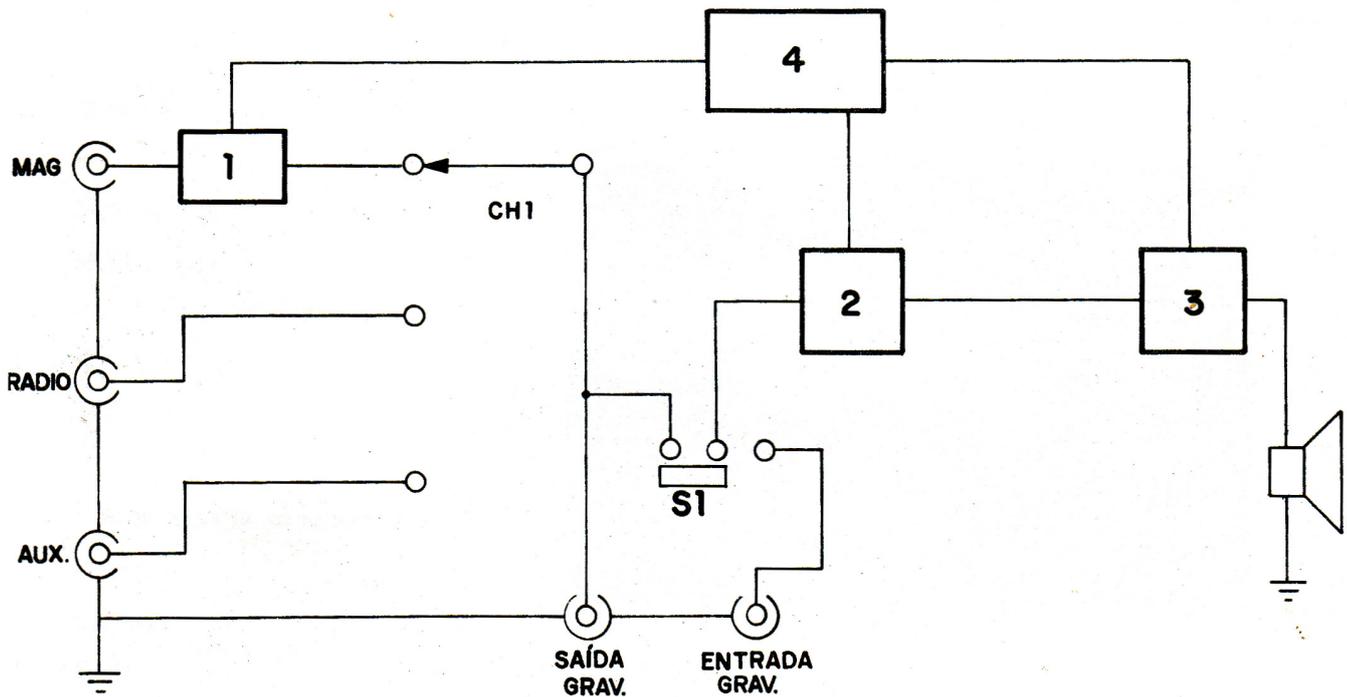



FIGURA 1

Observando-se o diagrama em blocos da figura 1, veremos que o pré-bloco 1, só funciona quando a chave seletora de programa CH1 estiver voltada para a entrada magnética. Nas entradas rádio e auxiliar o sinal proveniente de uma fonte sonora passará direto às chaves S1 e S2, indo a seguir para o Pré-Amplificador Tonal, bloco 2.

O Pré-Tonal do tipo BAXANDALL, possibilita ao som original vindo de uma das entradas um acréscimo ou uma diminuição da "QUANTIDADE" de graves e agudos de uma rede de filtros Ultra-Seletivos que o compõe.

O som agora "TRABALHADO" é enviado ao amplificador de potência bloco 3. Observar que a tomada SAÍDA/GRAVADOR é colocada antes do Pré-Tonal para que o processo de gravação não sofra a interferência do mesmo.

O amplificador de potência, bloco 3, é responsável pela amplificação do sinal proveniente de um Pré Tonal dotado de grande potência que movimenta um ou mais alto-falantes.

Finalmente, no bloco 4, temos a fonte de alimentação comum a todos que é elemento primordial para que tenhamos uma boa fidelidade.

2 - PRÉ-MAGNÉTICO

Nas gravações de discos são empregadas cabeças gravadoras que convertem os sinais entregues por um amplificador em vibrações de uma agulha. Esta, por sua vez, traça os sulcos na matriz e daí os discos serão produzidos.

Na gravação, geralmente são empregadas cabeças magnéticas onde a agulha é comandada atravéz de uma armadura móvel ou de uma bobina móvel. A velocidade da agulha é diretamente proporcional à magnitude do sinal. Este tipo de gravação é conhecida por VELOCIDADE CONSTANTE e apresenta dois inconvenientes:

No extremo da região das baixas frequências o sulco é excessivo enquanto que nas partes altas ele é tão pequeno que o ruído supera o sinal. Assim, torna-se necessário limitarmos os sulcos em baixa-frequência, reduzindo os graves e aumentando os agudos para que a relação SINAL/RUÍDO em altas frequências seja satisfatórias.

Para isso, na hora da gravação, foi adotado como norma a curva RIAA (RECORDING INDUSTRY ASSOCIATION OF AMERICA) que mantém nos sulcos uma amplitude aproximadamente constante.

Na hora de reproduzirmos com uma cápsula magnética, os sinais são proporcionais à velocidade da vibração da agulha. Portanto, se reproduzirmos num amplificador um disco gravado sem uma rede equalizadora, os problemas expostos acima serão nitidamente notados.

Assim, é necessário o emprego de pré-amplificadores com realimentação dependente da frequência, cujo ganho varia de acordo com a curva RIAA mostrada na FIGURA 2. A vantagem da equalização por realimentação é a de diminuir a distorção.

CURVA RIAA

Hz	dB
30	8,61
50	16,96
70	15,31
100	13,11
*1000	0,50

***(FREQUÊNCIA DE REFERÊNCIA)**

Hz	dB
2000	(-)2,61
7000	(-)10,85
12000	(-)15,28
15000	(-)17,40

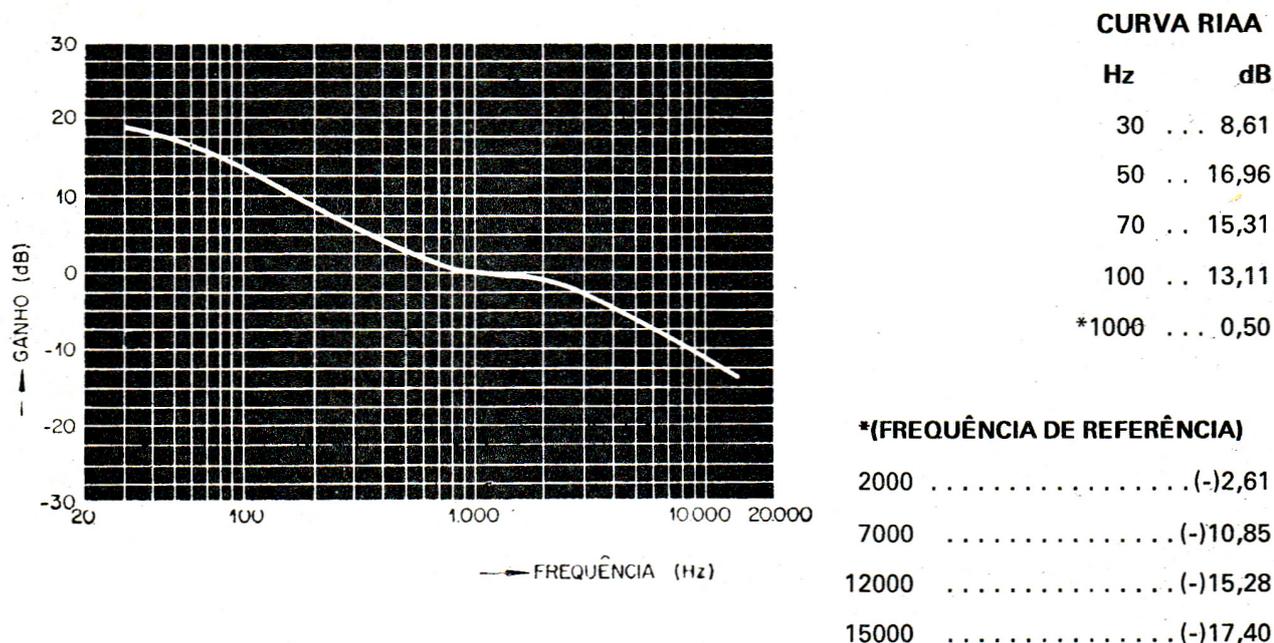



FIGURA 2

A figura 3 mostra o diagrama esquemático elétrico do pré-amplificador magnético. Nele foi empregado dois transistores do tipo NPN BC549 que possuem um beta elevado e baixíssimo ruído interno.

O resistor R1 tem por finalidade, casar as impedâncias da saída do toca-disco com a entrada do pré. Geralmente, os toca-discos, possuem uma impedância de saída da ordem dos 50K Ohms e R1 é de 47K Ohms.

Observar que o capacitor cerâmico de 82 pF, denominado CX, foi incluído para eventualmente, eliminar interferências de estações de rádio AM. A rede equalizadora é formada pelos resistores R4 e R5 e pelos capacitores C3 e C4 que devem ser de ótima qualidade. Recomenda-se a utilização de capacitores poliester, metalizados ou SCHIKO ou ainda STIROFLEX de 5%.

Foi adicionada ao projeto um controle de volume independente, R11, para um ajuste do nível de saída proporcional ao nível de entrada da cápsula empregada.

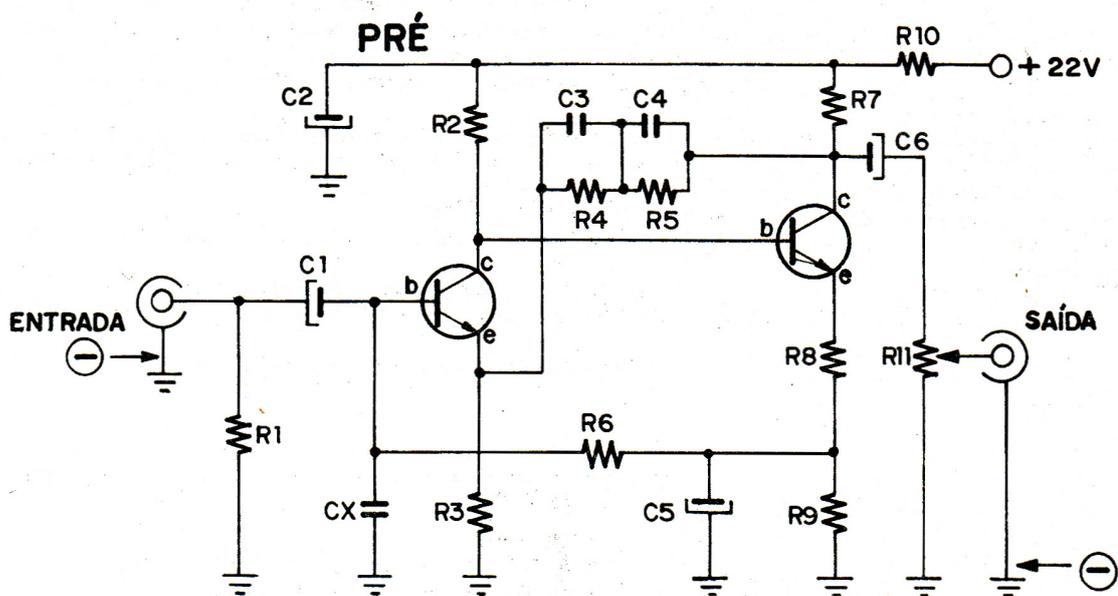



FIGURA 3

RELAÇÃO DE MATERIAL

RESISTORES (Todos de 1/8 watts e +-5% tolerância)

R 1 - 47K Ohms (amarelo, violeta, laranja)
R 2 - 200K Ohms (vermelho, vermelho, amarelo)
R 3 - 470 Ohms (amarelo, violeta, marrom)
R 4 - 27K Ohms (vermelho, violeta, laranja)
R 5 - 470K Ohms (amarelo, violeta, amarelo)
R 6 - 180K Ohms (marrom, cinza, amarelo)
R 7 - 15K Ohms (marrom, verde, laranja)
R 8 - 82K Ohms (cinza, vermelho, preto)
R 9 - 1,8K Ohms (marrom, cinza, vermelho)
R10 - 1K Ohms (marrom, preto, vermelho)
R11 - trimpot 100K Ohms

TRANSISTORES

T 1 - NPN silício BC549
T 2 - NPN silício BC549

CAPACITORES

C 1 - 2,2uF x 16 volts - eletrolítico
C 2 - 100uF x 16 volts - eletrolítico
C 3 - 2,2nF, metalizado (veja texto)
C 4 - 10nF, metalizado (veja texto)
C 5 - 100uF x 16 volts - eletrolítico
C 6 - 4,7uF x 16 volts - eletrolítico
C X - 82pF - disco cerâmico

O desenho do circuito impresso é visto na FIGURA 4 em tamanho natural. Lembramos aos principiantes, que na versão estereofônica, haverá necessidade de mais um circuito idêntico a este.

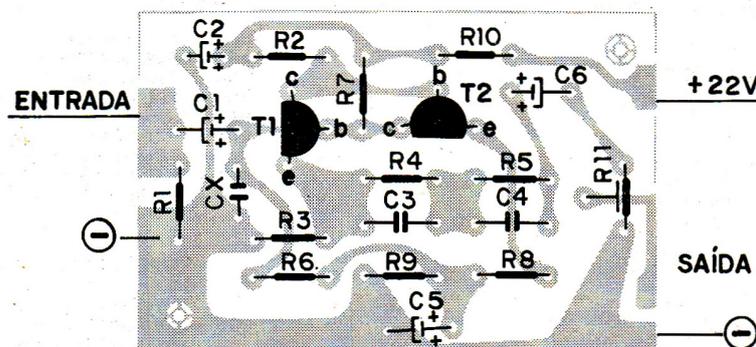



FIGURA 4

3 - PRÉ-TONAL

O Pré-Tonal foi montado utilizando-se o circuito BAXANDALL. O controle de volume é realizado pelo potenciômetro R3 que é de 100K logarítmico com derivação a 50%. Com essa derivação, podemos incluir o controle de LOUDNESS. Após os 50% de rotação do potenciômetro, o controle LOUDNESS deixa, automáticamente, de funcionar. O potenciômetro R2 funciona com equilíbrio, caso opte em montar um pré-tonal estereofônico. N configuração mono não é incluido.

Entre os capacitores C5 e C6 estão os filtros seletivos do controle de grave e agudo, respectivamente. O potenciômetro R19 atua nos graves e proporciona um reforço de 18dB e 20 dB de atenuação. Os agudos são atenuados ou reforçados na mesma proporção pelo potenciômetro R12.

Os transistores empregados foram do tipo NPN de sílicio BC548.

A figura 5 mostra o diagrama esquemático elétrico do pré-tonal e, na figura 6, o desenho em tamanho natural da placa de circuito impresso.

Observar que o "LAY-OUT" do pré-tonal foi disposto para versão estéreo devido ao emprego de potenciômetros duplos. Para versão mono escolher e montar apenas um canal eliminando-se o potenciômetro de equilíbrio.

Os componentes R1, C1, C3, R3, R4 e S4 são montados fora do circuito e preferencialmente entre S2 e R3.

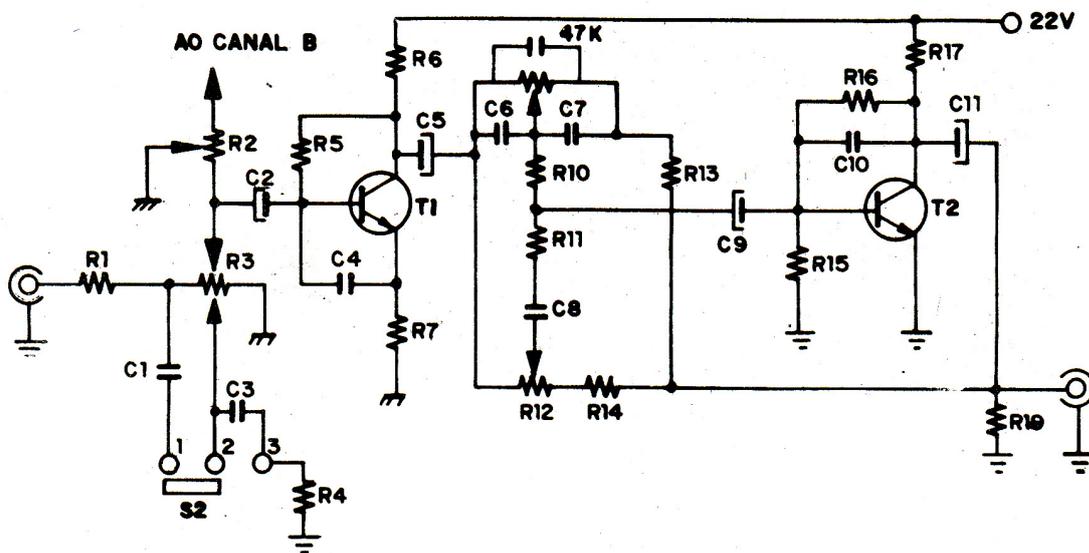



FIGURA 5

RELAÇÃO DE MATERIAIS

RESISTORES (Todos de 1/8 watts e 5% de tolerância)

R 1 - 4,7K Ohms (amarelo, violeta, vermelho)
R 2 - potenciômetro 100K Ohms - linear para versão estéreo
R 3 - potenciômetro 100K Ohms log com tap 50%. Duplo para versão estéreo
R 4 - 10K Ohms (marrom, preto, laranja)
R 5 - 680K Ohms (azul, cinza, amarelo)
R 6 - 3,9K Ohms (laranja, branco, vermelho)
R 7 - 820 Ohms (cinza, vermelho, marrom)
R 9 - Potenciômetro 100K OHms linear. Duplos
R10 - 27K Ohms (vermelho, violeta, laranja)

RESISTORES

R11 - 4,7K Ohms (amarelo, violeta, vermelho)
R12 - potenciômetro 100K Ohms linear. Duplos
R13 - 12K Ohms (marrom, vermelho, laranja)
R14 - 8,2K Ohms (cinza, vermelho, vermelho)
R15 - 47K Ohms (amarelo, violeta, laranja)
R16 - 470K Ohms (amarelo, violeta, amarelo)
R17 - 4,7K Ohms (amarelo, violeta, vermelho)
R18 - 470K Ohms (amarelo, violeta, amarelo)
R19 - 4,7K Ohms (amarelo, violeta, vermelho)

CAPACITORES

C 1 - 820pF estiroflex
C 2 - 220KpF - schiko, poliéster ou metalizado
C 3 - 10KpF - schiko, poliéster ou metalizado
C 4 - 330pF - disco cerâmico
C 5 - 4,7uF x 16 volts - eletrolítico
C 6 - 47KpF - schiko, poliéster ou metalizado
C 7 - 47KpF - schiko, poliéster ou metalizado

CAPACITORES

C 8 - 820pF - estiroflex
C 9 - 4,7uF x 16 volts - eletrolítico
C10 - 47pF - disco cerâmico
C11 - 4,7uF x 16 volts - eletrolítico

TRANSISTORES

T 1 - transistores de silício NPN BC548
T 2 - transitores de silício NPN BC548

OBS: Para melhor desempenho do Pré, foi excluido o R8

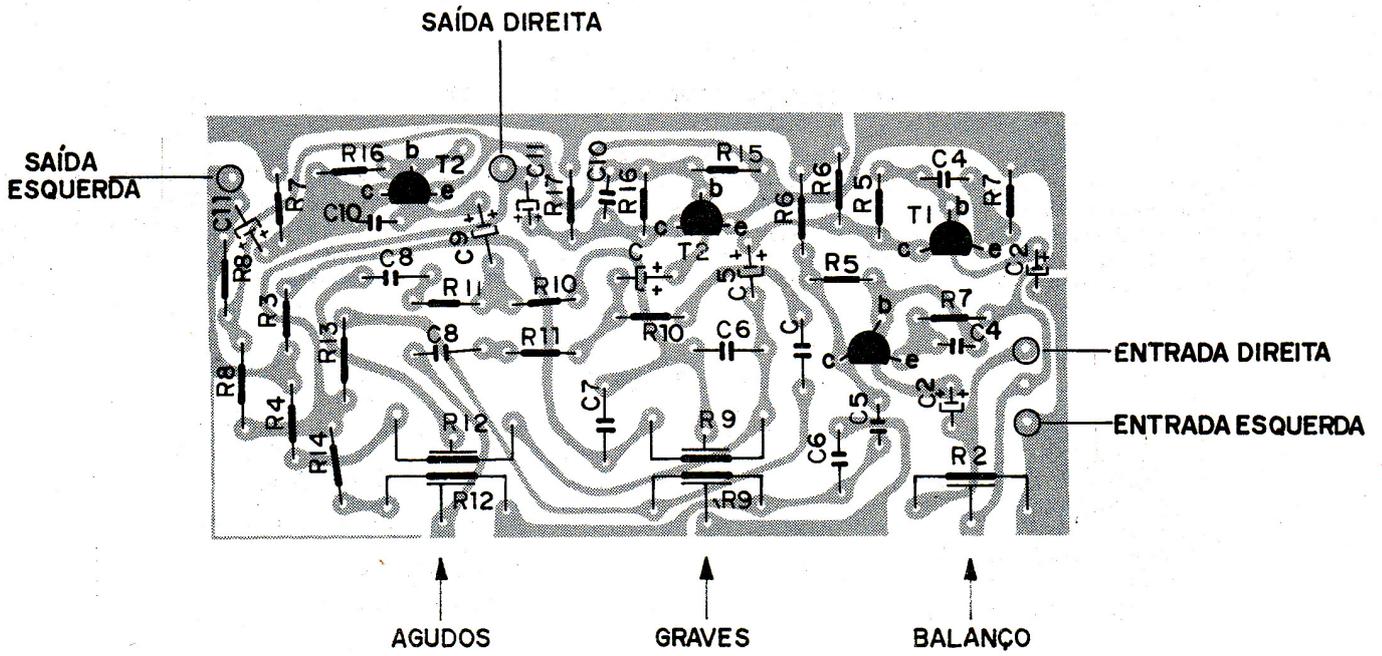
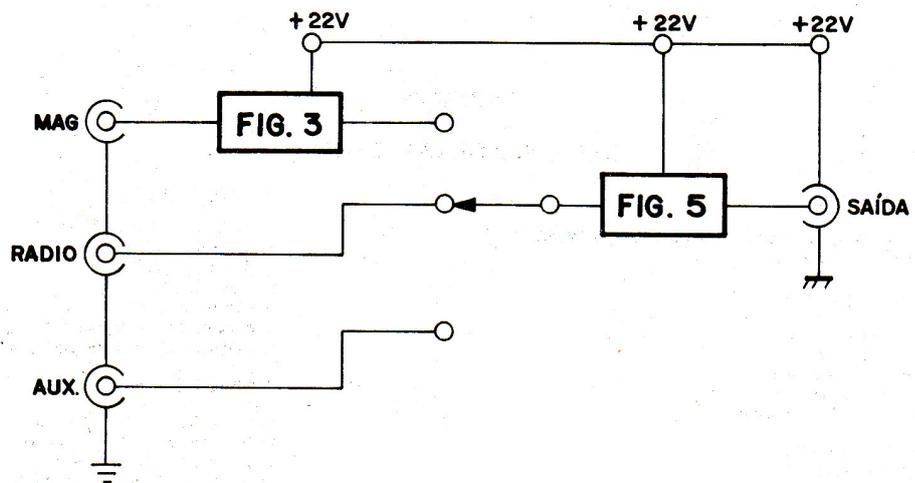



FIGURA 6

NA FIGURA 7, MOSTRAMOS O DIAGRAMA EM BLOCO COMPLETO DO PRÉ-AMPLIFICADOR

FIGURA 7

4 - MÓDULO DE POTÊNCIA - **40 WATTS**

A figura 8 mostra o diagrama esquemático do amplificador que tem potência variável de 18 a 40 Watts, respectivamente. Essa gama de potência está diretamente ligada à escolha dos transistores de saída, T6 e T7, bem como a tensão +B aplicada neles. Ao lado do diagrama esquemático elétrico, FIGURA 8, aparece uma tabela onde estão os tipos de transistores (T6, T7) usados, potência, a tensão +B e a impedância de saída.

Abaixo, mostramos o quadro com as principais características desse módulo de potência.

CARACTERÍSTICAS

SENSIBILIDADE .... 0,5 Volt RMS
DISTORÇÃO .... INFERIOR a 0,1%
RELAÇÃO SINAL/RUÍDO .... MELHOR QUE 60dB
BANDA PASSANTE .... 15Hz A 40KHz
POTÊNCIA .... VEJA TABELA NA FIGURA 8
CORRENTE DE REPOUSO 30mA
IMPEDÂNCIA DE ENTRADA .... 50 K Ohms
IMPEDÂNCIA DE SAÍDA .... 8 Ohms E 4 Ohms

A montagem dispensa maiores comentários e a FIGURA 9 mostra em tamanho natural o desenho da plaqueta impressa.

POTÊNCIA	+B	OUT	T6-T7
18W	40	8	TIP41A
25W	40	4	TIP41A
30W	50	8	TIP3055
40W	50	4	TIP3055

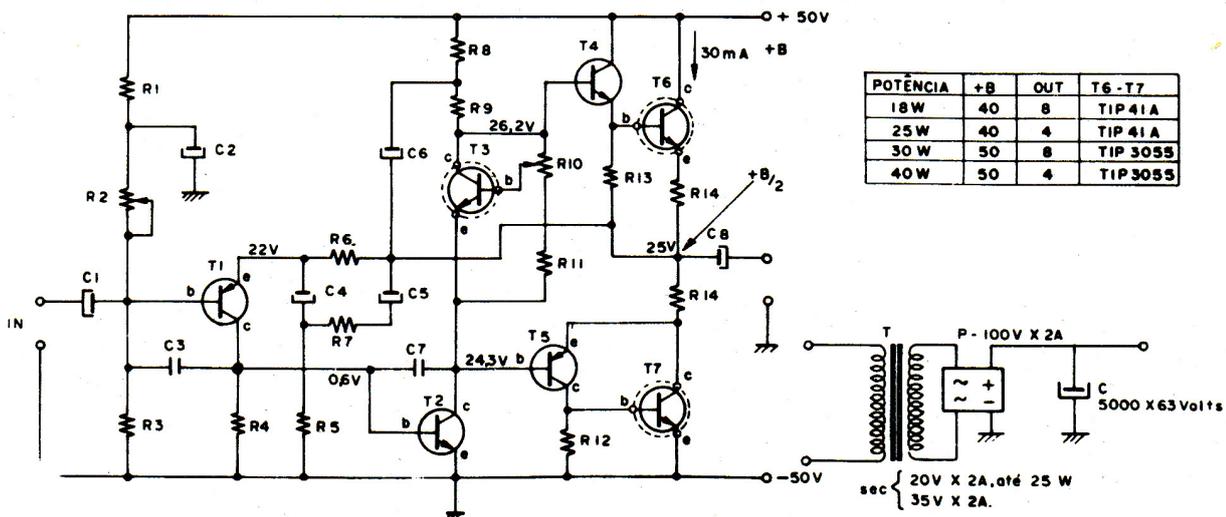



FIGURA 8

RELAÇÃO DE MATERIAL

RESISTORES

(TODOS 1/4W, 5% TOLERÂNCIA - SALVO ESPECIFICAÇÕES CONTRÁRIAS)

R 1 - 100K Ohms (marrom, preto, amarelo)
R 2 - trimpot 1M Ohms
R 3 - 470K Ohms (amarelo, violeta, amarelo)
R 4 - 5,6K Ohms (verde, azul, vermelho)
R 5 - 47R Ohms (amarelo, violeta, preto)
R 6 - 10K Ohms (marrom, preto, laranja)
R 7 - 1,5K Ohms (marrom, verde, vermelho)
R 8 - 470 Ohms (amarelo, violeta, marrom), 1/2 watt
R 9 - 2,2 Ohms (vermelho, vermelho, vermelho)
R10 - trimpot 1K OHms
R11 - 100 Ohms (marrom, preto, marrom)
R12 - 470 Ohms (amarelo, violeta, marrom
R13 - 270 Ohms (vermelho, violeta, marrom)
R14 - 0,47 Ohms - fio, 3 watts.
R15 - 0,47 Ohms - fio, 3 watts

TRANSISTORES

T 1 - PNP silício BC558
T 2 - PNP silício TIP29
T 3 - NPN silício BC548
T 4 - PNP silício TIP29
T 5 - PNP silício TIP30
T 6 - NPN silício (veja tabela figura 8)
T 7 - NPN silício (veja tabela figura 8)

CAPACITORES

C 1 - 10uF x 25 volts - eletrolítico
C 2 - 47uF x 50 volts - eletrolítico
C 3 - 100pF - disco cerâmico
C 4 - 100uF x 25 volts - eletrolítico
C 5 - 22uF x 25 volts - disco cerâmico
C 7 - 33pF - disco cerâmico
C 8 - 200uF x 35 volts - eletrolítico

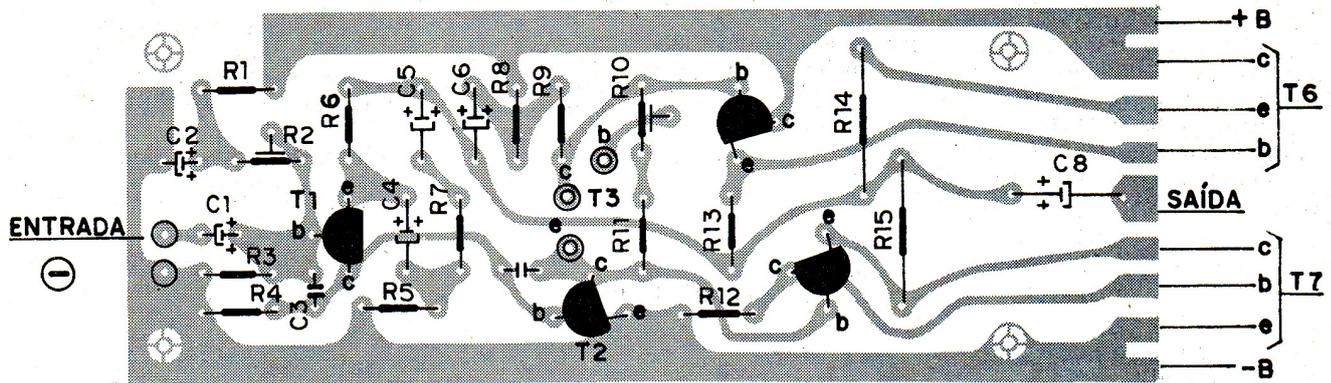



FIGURA 9

A figura 10 mostra os transistores T3 T6 e T7 montados dissipador de calor. Os transistores T6 e T7 deverão ser isolados do dissipador por uma arruela de MICA. Os parafusos que fixam os transistores de saída deverão também ser isolados por uma arruela de plástico.

A figura ilustrada dessas montagens é vista também na FIGURA 10. Para diminuir a resistência térmica da arruela de MICA, recomenda se que a mesma seja envolvida por pasta de silicone bem como os transistores de saída.

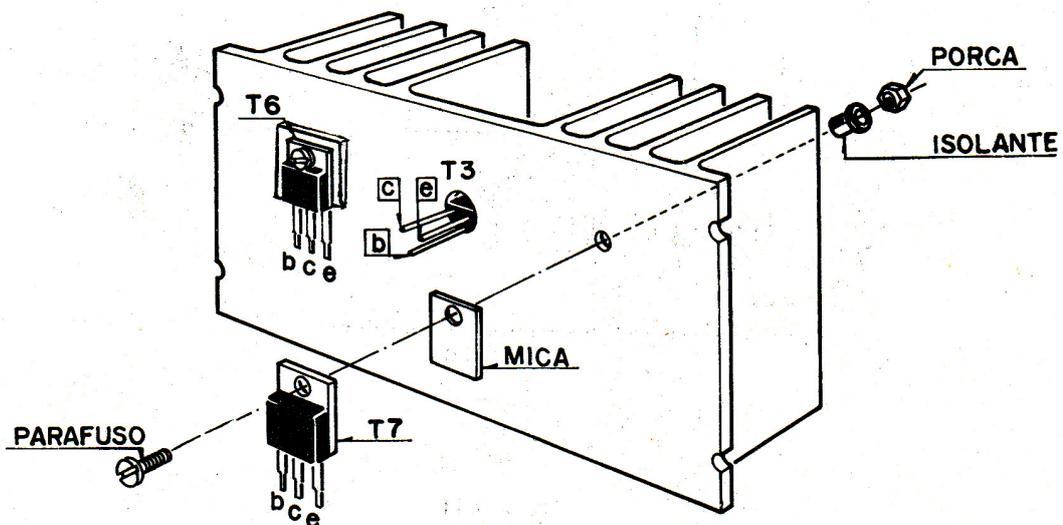
O transistor T3 deverá ser montado próximo a T6 e trata-se de um protetor térmico evitando-se que os transistores de saída queimem por excesso de calor.

O dissipador empregado é do tipo aletado com 10 aletas tendo 122x375x34,5mm de dimensões e conhecido no mercado como "SÉRIES 100" modêlo 130, da BASELE.

A fonte de alimentação que é mostrada junto com a FIGURA 8 é do tipo retificação de onda completa por ponte. Para as potências de 18 e 25 Watts, o transformador T deverá ter seu secundário 28 Volts AC X 2 ampéres. Para potência entre 30 e 40 Watts o secundário deve ter 35 Volts AC X 2 ampéres. Se for utilizado em versão estéreo, a corrente do transformador deverá ser duas vezes as mencionadas para versão mono.

AJUSTES

O trimpot R10 regula a corrente de repouso que é de 30mA. Recomenda-se antes de efetuar esse ajuste, curto-circuitar a entrada.

Após, ajustar a corrente de repouso com um voltímetro no terminal (+) do capacitor C8 e (-) em (-B), ajustar R2 para que haja uma deflexão igual à metade da tensão da fonte (+B) escolhida.

MÓDULO DE POTÊNCIA - **70 WATTS**

Esta é uma potência ideal para o hobista que sonha sempre com algo mais. O profissional encontrará aqui um ótimo "REGRA TRÊS", caso o titular por qualquer motivo deixe de funcionar.
Projetado com transistores de saída do tipo DARLINGTON, TO-3, que são possuidores de um altíssimo ganho de corrente. Tendo os mesmos carcaça metálica, assegura-nos uma transferência de calor perfeita, podendo dessa forma funcionar horas a fio sem riscos de pane.
O quadro das características do amplificador abaixo, dá ao leitor uma real visão desse moderno módulo de potência.

CARACTERISTICAS

PONTÊNCIA MAXÍMA	70 Watts
POTÊNCIA DE PICO	135 Watts
POTÊNCIA MUSICAL	80 Watts
CORRENTE DE REPOUSO	30 mA
CORRENTE MAXÍMA	1,8A
RELAÇÃO SINAL RUÍDO	MELHOR QUE 80dB
IMPEDÂNCIA DE ENTRADA	30K OHMS

A FIGURA 11 mostra o diagrama esquemático elétrico do módulo de potência. Com entrada do tipo diferencial transistores (T1, T2), gerador de corrente, transistor (T3), estabilizado (D1), protetor térmico, transistor (T5) montado no dissipador junto com os transistores de saída transistores (T7, T8) par complementar e, uma fonte simétrica de +40 Volts e -40Volts.

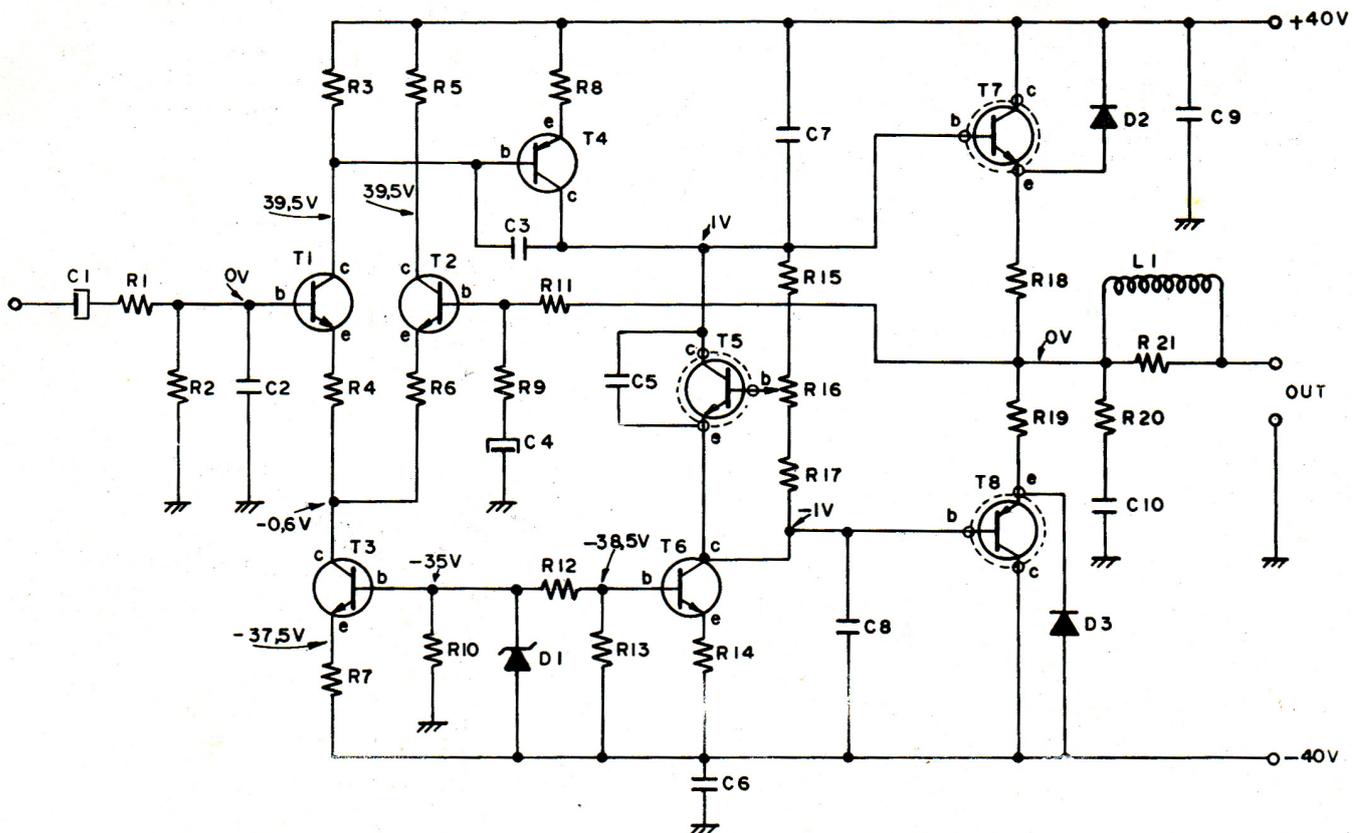



FIGURA 11

RELAÇÃO DE MATERIAL

RESISTORES

(Todos de 1/4W, 5% tol. salvo especificações contrárias.)

R 1 - 2,7K Ohms (vermelho, violeta, vermelho)
R 2 - 27K Ohms (vermelho, violeta, laranja)
R 3 - 820 Ohms (cinza, vermelho, marrom)
R 4 - 820 Ohms (cinza, vermelho, marrom)
R 5 - 10 Ohms (marrom, preto, preto)
R 6 - 10 Ohms (marrom, preto, preto)
R 7 - 2,2K Ohms (vermelho, vermelho, vermelho)
R 8 - 18 Ohms (marrom, cinza, preto)
R 9 - 1,2K Ohms (marrom, vermelho, vermelho)
R10 - 4,7K Ohms (amarelo, violeta, vermelho)
R11 - 27K Ohms (vermelho, violeta, laranja)
R12 - 1,5 Ohms (marrom, verde, vermelho)
R13 - 680 Ohms (azul, cinza, marrom)
R14 - 100 Ohms (marrom, preto, marrom)
R15 - 1,5K Ohms (marrom, verde, vermelho)
R16 - trimpot 1K Ohms
R17 - 680 Ohms (azul, cinza, marrom)
R18 - 0,47 Ohms x 5 watts - fio
R19 - 0,47 Ohms x 5 watts - fio
R20 - 10 Ohms (marrom, preto, preto) 1 watt
R21 - 10 OHms (marrom, preto, preto) 1 watt

TRANSISTORES E DÍODOS

T 1 - NPN silício, BC547
T 2 - NPN silício, BC547
T 3 - NPN silício, BC547
T 4 - PNP silício, BD140
T 5 - NPN silício, BD137
T 6 - NPN silício, BD139
T 7 - NPN silício darlington - MJ 3001
T 8 - PNP silício darlington - MJ 2501
D 1 - díodo zener 1/2W, 5%, 5,1 volts
D 2 - díodo de silício IN 4003
D 3 - díodo de silício IN 4003

CAPACITORES

C 1 - 22uF x 16 volts - eletrolítico
C 2 - 120pF - disco cerâmico
C 3 - 39pF - disco cerâmico
C 4 - 100uF x 16 volts - eletrolítico
C 5 - 47KpF - metalizado
C 6 - 47KpF - metalizado
C 7 - 270pF - disco cerâmico
C 8 - 270pF - disco cerâmico
C 9 - 47KpF - metalizado
C10 - 100KpF - metalizado

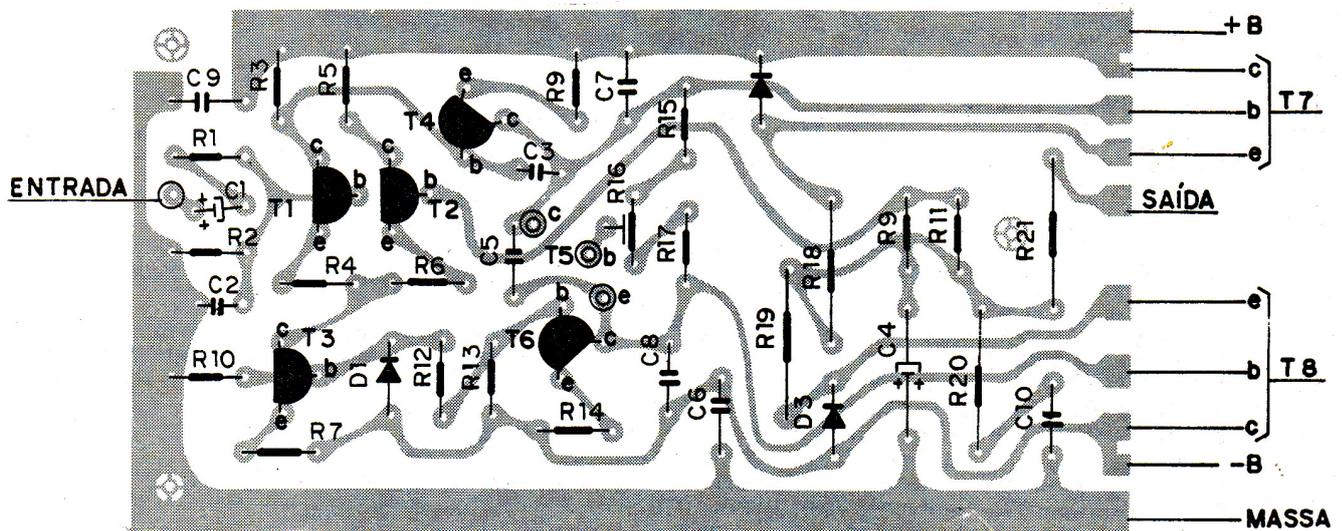



FIGURA 12

A bobina L1 é feita com 30 cm de fio esmaltado Nº22 ou 20 tendo como núcleo o resistor (R21) de 10 Ohms de 1 Watt.

A montagem dos transistores T3, T7 e T8 no dissipador é feita conforme mostra a FIGURA 10 válida também para este amplificador.Mesma forma, deve-se untar as arruelas de mica com pasta de silicone.

Os dissipadores empregados são dos tipo aletado, com 10 aletas tendo 122x37, 5x34, 5mm de dimensões e conhecimentos no mercado como "SÉRIES 100", modêlo 130, da Basele. No dissipador em que ficará T7, também ficará o protetor térmico T5, que também é isolado com uma arruela de mica.

Se o leitor não operar o módulo em quase potência máxima continua, poderá montar os transistores específicos em um só dissipador de materiais. Os capacitores C1 e C2 podem ter seus valores alterados.

Quanto maior a capacitância empregada, melhor o seu rendimento e menor será a taxa de distorção. O transformador de forma empregado deverá ter no secundário 30+30 Volts AC por 2 Ampéres. Para uma versão estéreo, recomenda-se utilização de duas fontes iguais esquema da FIGURA 13.

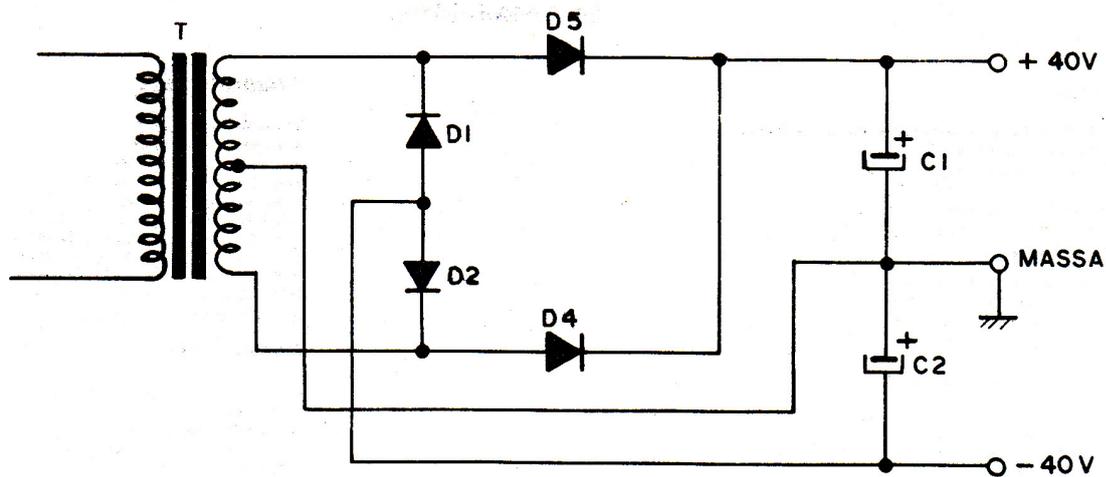



FIGURA 13

RELAÇÃO DE MATERIAL

T - transformador de força
C1 - 5000uF x 63 volts - eletrolítico
C2 - 5000uF x 63 volts - eletrolítico

D1 - díodos silício MR502
D2 - díodos silício MR502
D3 - díodos silício MR502
D4 - díodos silício MR502

AJUSTES

Após concluída a montagem e feita a criteriosa e clássica revisão, devemos ajustar a corrente de repouso que situa-se em torno dos 30mA. Para isso, recomenda-se que a entrada do amplificador seja curto-circuitada. Depois disso, o TRIMPOT R16 terá seu cursor deslocado para a posição mediana. Um miliamperímetro de 0 a 100mA DC deve ser conectado entre o ponto "+40" e o correspondente na fonte de alimentação.

Ajustar o TRIMPOT R16 para a leitura de uns 30mA. Feito isso, refaça a ligação do ponto X "+40", retirando-se o instrumento.

As medidas de tensões encontradas no módulo de potência foram feitas com VTVM digital com 1,5% de precisão. E admissível uma tolerância de 6% das tensões constantes no diagrama esquemático.

6 - MÓDULO DE FOTÊNCIA - **130 WATTS**

Um módulo com características e desempenho profissional é a pedida para quem deseja sonorizar ambientes com elevado ruído ou elevado índice de absorção ou ainda os dois juntos

Disposto o projeto com o que há de melhor em componentes encontrados em nosso mercado, irá superar as suas expectativas com seu desempenho.

Provido de entrada diferencial, protetor térmico e protetor contra curto-circuito e tendo como saída dois transistores MJ5015, proporcional as seguintes características:

CARACTERÍSTICAS

POTÊNCIA DE SAÍDA	130W EM 4 Ohms
DISTORÇÃO HARMÔNICA	0,07%
RESPOSTA DE FREQUÊNCIA	+ - 2dB 10Hz A 30KHz
IMPEDÂNCIA DE ENTRADA	22K Ohms
SENSIBILIDADE	0,775 Volt (O dbm)
RELAÇÃO SINAL/RUÍDO	99dB
CORRENTE DE REPOUSO	35mA

A FIGURA 14 mostra diagrama esquemático do amplificador.

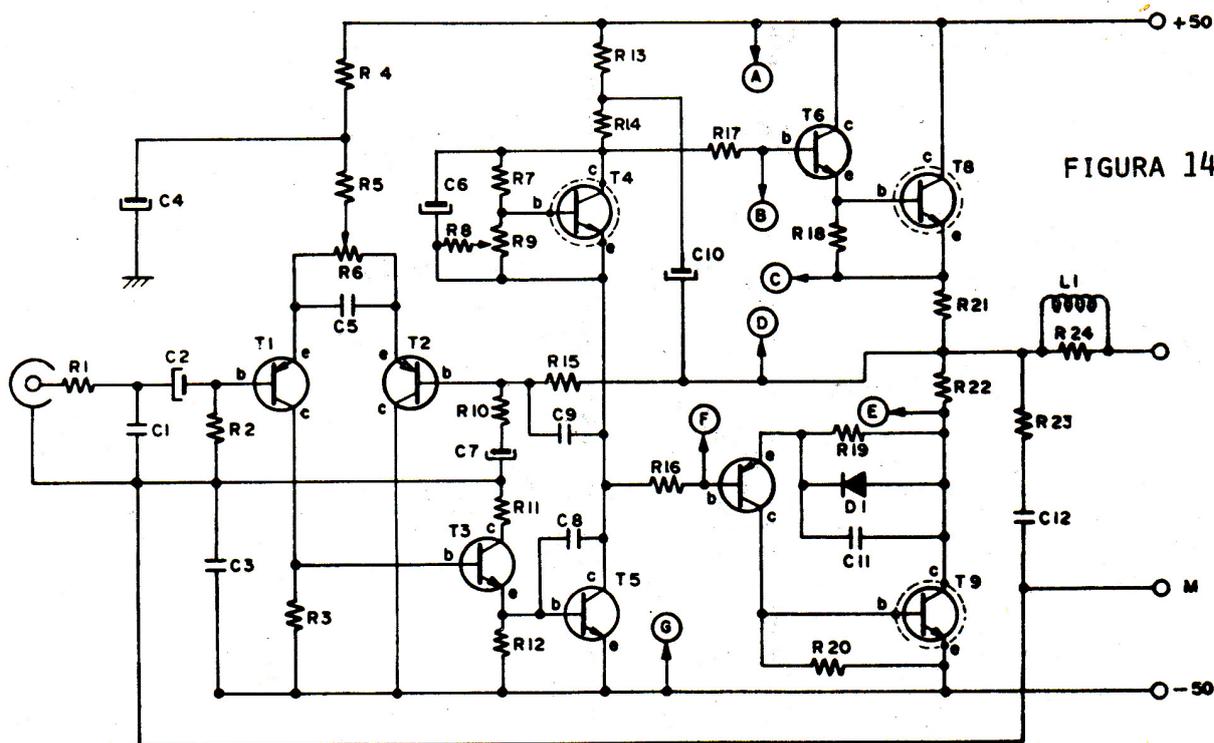



FIGURA 14

Os circuitos determinados por letras são pontos onde o circuito protetor de curto-circuito, FIGURA 15, é ligado, opcionalmente.

LISTA DE MATERIAL DO AMPLIFICADOR

RESISTORES

(Todos de 1/4W, 5% tolerância - salvo especificação contrária)

R 1 - 1K Ohms (marrom, preto, vermelho)
R 2 - 22K Ohms (vermelho, vermelho, laranja)
R 3 - 2,2K Ohms (vermelho, vermelho, vermelho)
R 4 - 10K Ohms (marrom, preto, laranja)
R 5 - 39K Ohms (laranja, branco, laranja)
R 6 - trimpot 100 Ohms
R 7 - 4,7K Ohms (amarelo, violeta, vermelho)
R 8 - 2,2K Ohms (vermelho, vermelho, vermelho)
R 9 - trimpot 2,2K Ohms
R10 - 620 Ohms (azul, vermelho, marrom)
R11 - 1K Ohms (marrom, preto, vermelho)
R12 - 1K Ohms (marrom, preto, vermelho)
R13 - 2,2K Ohms (vermelho, vermelho, vermelho)
R14 - 2,7K Ohms (vermelho, violeta, vermelho)
R15 - 22K Ohms (vermelho, vermelho, laranja)
R16 - 470 Ohms (amarelo, violeta, marrom)
R17 - 470 Ohms (amarelo, violeta, marrom)
R18 - 47 Ohms (amarelo, violeta, preto)
R19 - 100 Ohms (marrom, preto, marrom)
R20 - 47 Ohms (amarelo, violeta, preto)
R21 - 0,33 Ohms x 5W - fio
R22 - 0,33 Ohms x 5W - fio
R23 - 10 Ohms (marrom, preto, preto) - 1 watt
R24 - 10 Ohms (marrom, preto, preto) - 1 watt

TRANSISTORES

T 1 - PNP silício BC557
T 2 - PNP silício BC557
T 3 - NPN silício BD139
T 4 - NPN silício BD139
T 5 - NPN silício TIP 41A
T 6 - NPN silício TIP 41B
T 7 - PNP silício TIP 42B
T 8 - NPN silício MJ 15015
T 9 - NPN silício MJ 15015

CAPACITORES

C 1 - 1nF - disco cerâmico
C 2 - 1uF x 25 volts - eletrolítico
C 3 - 100KpF - metalizado
C 4 - 47pF x 50 volts - eletrolítico
C 5 - 1nF - disco cerâmico
C 6 - 100uF x 50 volts - eletrolítico
C 7 - 100uF x 50 volts - eletrolítico
C 8 - 22pF - disco cerâmico
C 9 - 220pF - disco cerâmico
C10 - 150uF x 50 volts - eletrolítico
C11 - 22nF - metalizado
C12 - 100KpF - metalizado
L 1 - 30 cm de fio esmaltado nº22 ou 20 enrolado sobre R24

DÍODO

D 1 - díodo de silício - IN 4004

DIAGRAMA ESQUEMATICO DO PROTETOR DE CURTO CIRCUITO

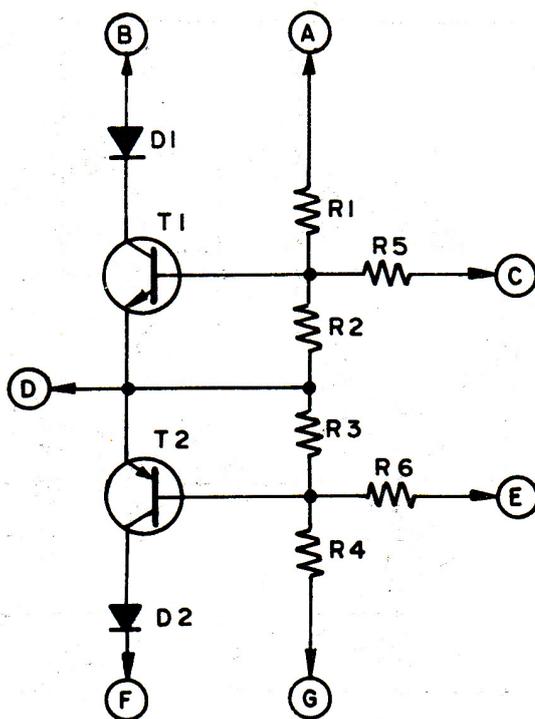



FIGURA 15

LISTA DE MATERIAL

RESISTORES (Todos de 1/8W - 5% tolerância)

R1 - 18K Ohms (marrom, cinza, laranja)
R2 - 120 Ohms (marrom, vermelho, marrom)
R3 - 120 Ohms (marrom, vermelho, marrom)
R4 - 18K Ohms (marrom, cinza, laranja)
R5 - 390 Ohms (laranja, branco, marrom)
R6 - 390 Ohms (laranja, branco, marrom)

TRANSISTORES

T1 - NPN silício BC548
T2 - PNP silício BC558

DÍODOS

D1 - díodo germânio OA 95
D2 - díodo germânio OA 95

A montagem não apresenta dificuldade pois a FIGURA 16 mostra o desenho em tamanho natural de placa de circuito impresso do amplificador. Para a montagem dos transistores nos dissipadores, o leitor poderá orientar-se pela FIGURA 10. Não esquecer de aplicar pasta de silicone também em T4 que é montado junto com o par de saída. Dessa forma, diminuimos sensivelmente a resistência têrmica dos isoladores. Não esquecer de isolar T4, também, com uma arruela de mica.

Os dissipadores empregados são do tipo aletados com 8 aletas tendo 122x37,5x49,5mm de dimensões e conhecidos no mercado como "SÉRIES 500", môdelo 524, da BASELE.

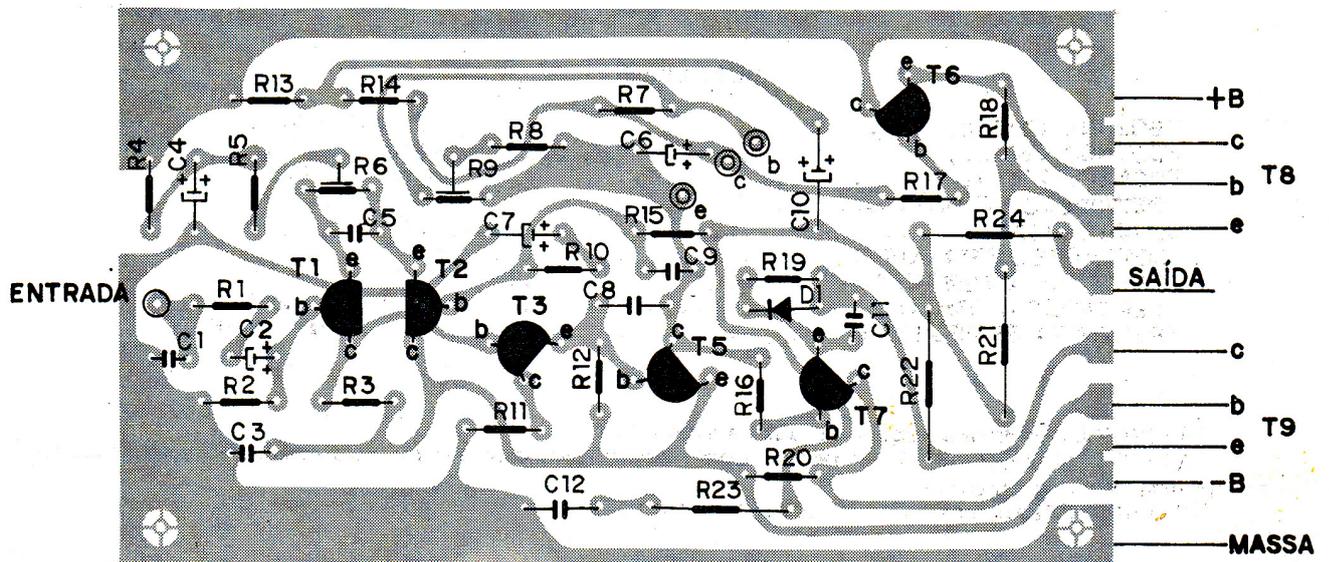



FIGURA 16

Se o leitor for operá-lo em regime de quase potência máxima, então utilizar dois da mesma série com 122x75x49,5mm de dimensões, modêlo 515 da basele.

A FIGURA 17 mostra a fonte compátivel com esse amplificador bem como a lista de material. Devido ao seu consumo optou-se ligar em paralelo 2 a 2 os díodos retificados.

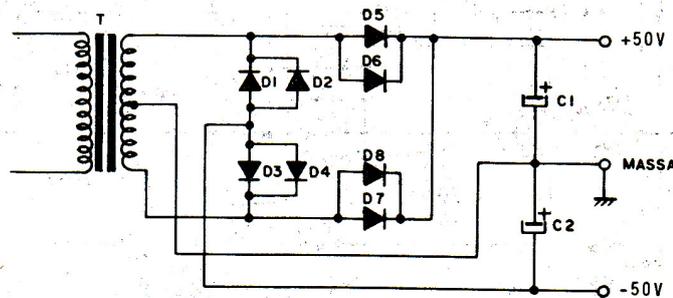



FIGURA 17

LISTA DE MATERIAL

T - transformador de força com secundário de 35+35 volts AC x 3,5 amperés

C1 - 10000 uF x 63 volts - eletrolítico
C2 - 10000 uF x 63 volts - eletrolítico
D1 - díodo silício MR502, ligados dois a dois em paralelo
D2 - díodo silício MR502, ligados dois a dois em paralelo
D3 - díodo silício MR502, ligados dois a dois em paralelo
D4 - díodo silício MR502, ligados dois a dois em paralelo
D5 - díodo silício MR502, ligados dois a dois em paralelo
D6 - díodo silício MR502, ligados dois a dois em paralelo
D7 - díodo silício MR502, ligados dois a dois em paralelo
D8 - díodo silício MR 502, ligados dois a dois em paralelo

AJUSTE

A corrente de quiescente é de 35mA regulado pelo TRIMPOT R9 passo que o "OUT PUT OFF-SET VOLTAGEM DO ZERO" zero na saída é feito pelo TRIMPOT R6.

7 - MÓDULO DE POTÊNCIA - **200 WATTS**

São 200 Watts RMS em 4 Ohms. O projeto é da RCA americana e é dicado para aqueles que trabalham em sonorização de um modo geral.

Possui quatro transistores de saída do tipo IBO4 ligados em paralelo dois a dois.

PRINCIPAIS CARACTERISTICAS DESSE MÓDULO SÃO:

CARACTERÍTICAS

POTÊNCIA EM 16	80 WATTS RMS
POTÊNCIA EM 8	130 WATTS RMS
POTÊNCIA EM 4	200 WATTS RMS
DISTORÇÃO HARMÔNICA	0,5 EM 1KHz
SENSIBILIDADE	900mV RMS
CORRENTE DE REPOUSO	60mA
IMPEDÂNCIA DE ENTRADA	18K
RELAÇÃO SINAL/RUÍDO	MELHOR QUE 80 dB
RESPOSTA DE FREQUÊNCIA	20 a 50KHz (+ - 3dB)

A FIGURA 18 mostra o diagrama esquemático do módulo.

As FIGURAS 19, 20 e 21 mostram os diagramas esquemáticos elétricos do fonte, do circuito de curto e do **Booster**, respectivamente.

Na FIGURA 22 aparece o desenho em tamanho natural da placa de circuito impresso.

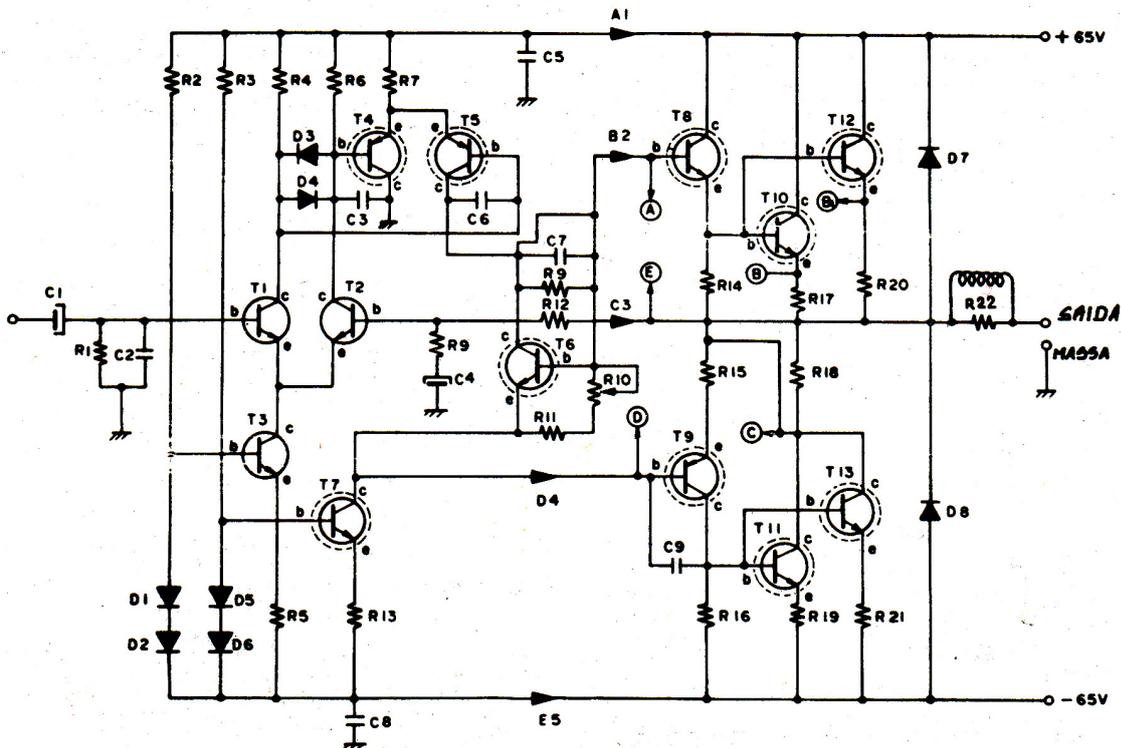



FIGURA 18

OBS: Os transistores T4 e T5 necessitam de dissipadores do tipo "estrela de alumínio". Pode-se usar um tubo de alumínio com 10mm de diâmetro e 20mm de comprimento, devidamente untado com pasta térmica.

RELAÇÃO DE MATERIAL

TRANSISTORES E DÍODOS

T 1 - NPN silício - TIP 29D
T 2 - NPN silício - TIP 29D
T 3 - NPN silício - TIP 29D
T 4 - PNP silício - TIP 30D
T 5 - PNP silício - TIP 30D
T 6 - NPN silício - BC 337
T 7 - NPN silício - TIP 29D
T 8 - NPN silício - TIP 31D
T 9 - PNP silício - TIP 32D
T10 - NPN silício - MJ 410
MJ 413
MJ 411
MJ 304
BUY185
BV 606
BV 607
BV 608
2N6306
2N6307
T11 - NPN silício - MJ 410
MJ 413
MJ 411
MJ 304
BUY185
BV 606
BV 607
BV 608
2N6306
2N6307
T12 - NPN silício - MJ 410
MJ 413
MJ 411
MJ 304
BUY185
BV 606
BV 607
BV 608
2N6306
2N6307
T13 - NPN silício - MJ 410
MJ 413
MJ 411
MJ 304
BUY185
BV 606
BV 607
BV 608
2N6306
2N6307

TRANSISTORES E DÍODOS

D 1 - díodo silício 1N4007
D 2 - díodo silício 1N4007
D 3 - díodo silício 1N4007
D 4 - díodo silício 1N4007
D 5 - díodo silício 1N4006
D 7 - díodo silício 1N4006
D 8 - díodo silício 1N4007

RESISTORES

(Todos de 1/4 watts - 5% - salvo especificações contrárias)
R 1 - 18K Ohms (marrom, cinza, laranja)
R 2 - 22K Ohms (vermelho, vermelho, laranja) - 1W
R 3 - 22K Ohms (vermelho, vermelho, laranja)
R 4 - 560 Ohms (verde, azul, marrom)
R 5 - 150 Ohms (marrom, verde, marrom)
R 6 - 560 Ohms (verde, azul, marrom)
R 7 - 15 Ohms (marrom, verde, preto)
R 8 - 560 Ohms (verde, azul, marrom)
R 9 - 1K Ohms (marrom, preto, vermelho)
R10 - trimpot 1K Ohms
R11 - 330 Ohms (laranja, laranja, marrom)
R12 - 18K Ohms (marrom, cinza, laranja)
R13 - 33K Ohms (laranja, laranja, laranja)
R14 - 47 Ohms (amarelo, violeta, preto) - 1W
R15 - 10 Ohms (marrom, preto, preto) - 1W
R16 - 47 Ohms (amarelo, violeta, preto) - 1W
R17 - 1 Ohms x 10 watts - fio
R18 - 0,5 Ohms x 10 watts - fio
R19 - 1 Ohms x 10 watts - fio
R20 - 1 Ohms x 10 watts - fio
R21 - 1 Ohms x 10 watts - fio
R22 - 22 Ohms (vermelho, vermelho, preto) 2 watts

CAPACITORES

C 1 - 5uF x 25 volts - eletrolítico
C 2 - 220pF - disco cerâmico
C 3 - 680pF - disco cerâmico
C 4 - 100uF x - 25 volts - eletrolítico
C 5 - 47KpF - metalizado
C 6 - 100pP - disco metalizado
C 7 - 68pF - disco cerâmico
C 8 - 47KpF - metalizado
C 9 - 220pF - disco cerâmico (veja texto)

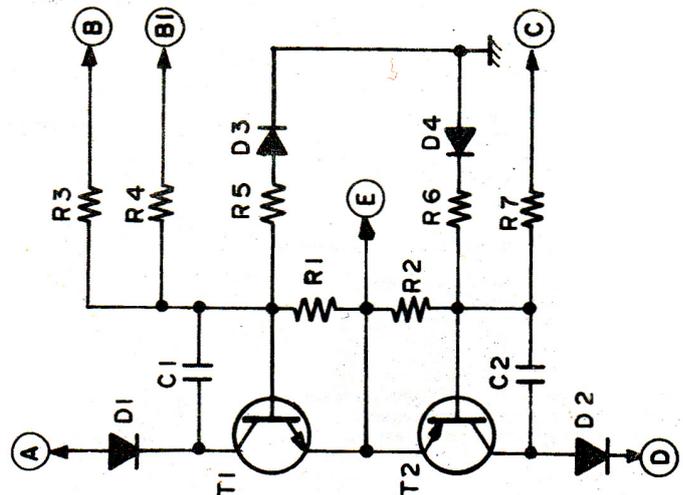



FIGURA 19

FIGURA 20

RELAÇÃO DE MATERIAL DA FIGURA 19

T 1 - transformador de força - secundário 2 x 45 volts x5 ampéres
P 1 - ponte retificadora 200 V x 8A ou 12 díodos MR502 dispostos em ponte, ligados 3 a 3, em paralelo
C 1 - 10000 uF x 100 volts
C 2 - 10000 uF x 1000 volts

RELAÇÃO DE MATERIAL - FIGURA 20

RESISTORES

(Todos de 1/8 watts - salvo especificação contrária)
R1 - 82 Ohms (cinza, vermelho, preto)
R2 - 82 Ohms (cinza, vermelho, preto)
R3 - 150 Ohms (marrom, verde, marrom)
R4 - 150 Ohms (marrom, verde, marrom)
R5 - Ohms (cinza, vermelho, marrom) - 1 watt.
R6 - 820 Ohms (cinza, vermelho, marrom) - 1 watt.
R7 - 82 Ohms (cinza, vermelho, preto)

TRANSISTORES E DÍODOS

T1 - NPN silício BC337
T2 - PNP silício BC327
D1 - díodo silício 1N4003
D2 - díodo silício 1N4003

CAPACITORES

C1 - 10KpF - disco cerâmico
C2 - 10KpF - disco cerâmico

ATENÇÃO: O Pré aqui publicado (FIGURA 5) não conseguirá excitar a plena este amplificador. Assim, é necessário colocar-se um "BOOSTER" de altissíma fidelidade.
Recomenda-se o publicado na FIGURA 21 do amplificador a seguir.

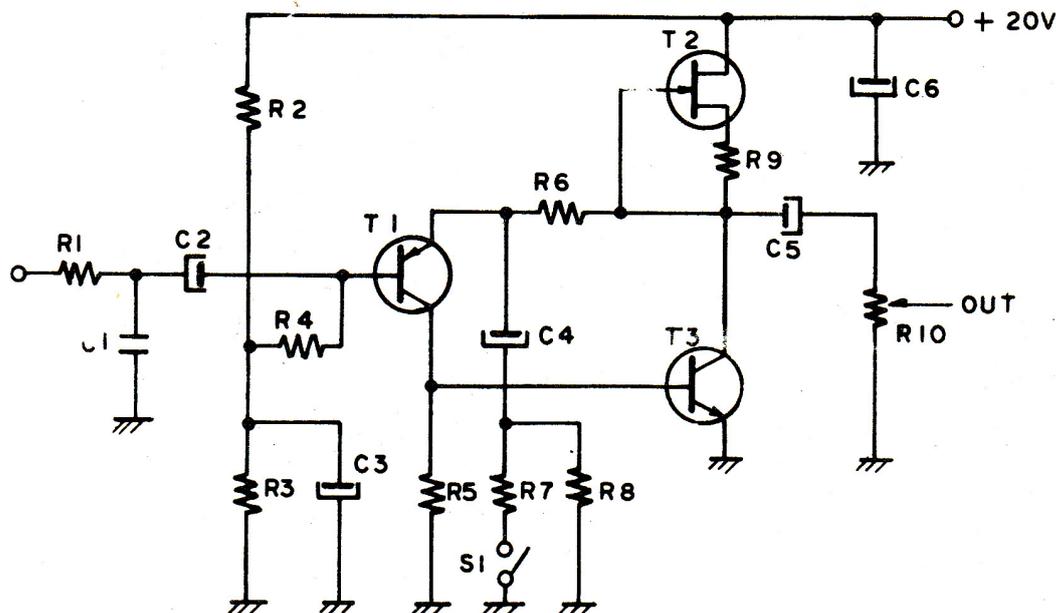



FIGURA 21

RESISTORES **(Todos de 1/8 watts - 5% tolerância)**

R 1 - 10K Ohms (marrom, preto, laranja)
R 2 - 100K Ohms (marrom, preto, amarelo)
R 3 - 100K Ohms (marrom, preto, amarelo)
R 4 - 100K Ohms (marrom, preto, amarelo)
R 5 - 10K Ohms (marrom, preto, laranja)
R 6 - 4,7K Ohms (amarelo, violeta, vermelho)
R 7 - 2,2K Ohms (vermelho, vermelho, vermelho)
R 8 - 47K Ohms (amarelo, violeta, laranja)
R 9 - 470 Ohms (amarelo, violeta, marrom)
R10 - trimpot 10K Ohms

TRANSISTORES

T 1 - PNP silício BC559
T 2 - FET 2N5459
T 3 - NPN silício BC549

CAPACITORES

C 1 - 100pF disco cerâmico
C 2 - 1uF x 16 volts - eletrolítico
C 3 - 47uF x 16 volts - eletrolítico
C 4 - 47uF x 16 volts - eletrolítico
C 5 - 10uF x 16 volts - eletrolítico
C 6 - 22uF x 16 volts - eletrolítico

DIVERSOS: S1 - CHAVE 1 POLO, 1 POSIÇAO. QUANDO ACIONADA, EXPANSAO DE +10dB.

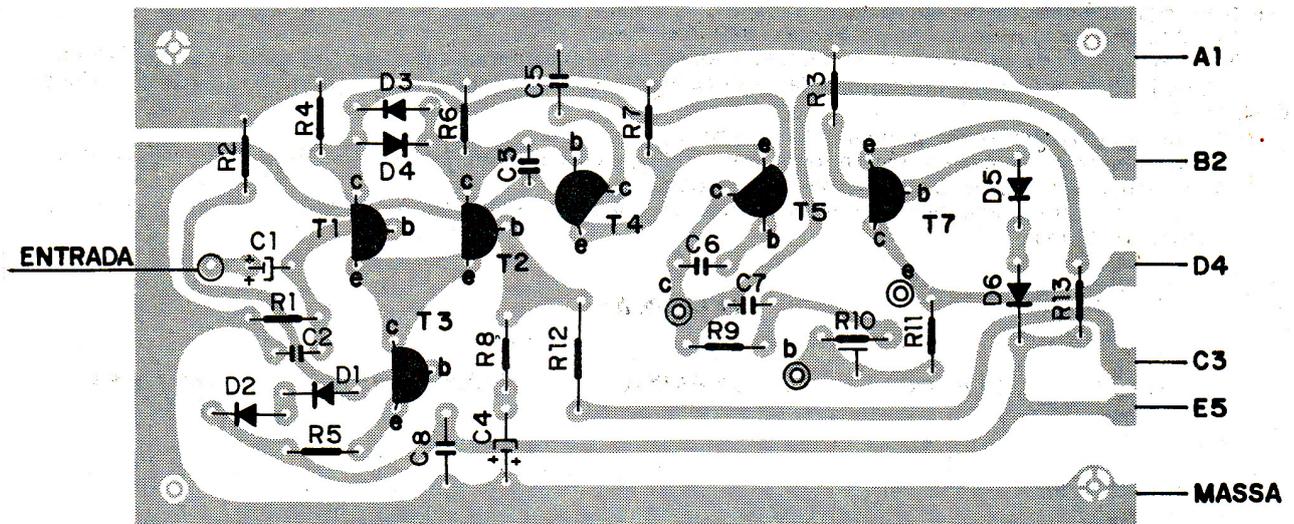



FIGURA 22

Os transistores T8 e T9 são montados num dissipador com 122x34,5x37,5mm, modêlo 130, da série "SÉRIES 100", da BASELE. Também deverão ser isolados dos dissipadores. Não esquecer de aplicar pasta térmica.

Já os transistores T10, T12 e T6 serão montados em um dissipador da série "SÉRIES 500", modêlo 515, que tem as seguintes dimensões: 122x49,5x75mm.

Os transistores T11 e T13 serão montados em outro modêlo 515 da BASELE.

ATENÇÃO: O capacitador C9, será montado entre base e coletor de T9, diretamente no transistor, tendo os seus terminais cortados mais curto possível.

AJUSTES

A corrente de quiescente é regulada através do TRIMPOT R10 em 60mA. O ajuste de zero na saída é automático. Após o ajuste da corrente de quiescente a tensão CC na saída deve ser o Volt.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES

Nesta parte, vamos dar principalmente aos principiantes, algumas informações importantes adquiridas por nós nestes anos de dedicação à eletrônica.

Primeiramente a tabela de código de cores para resistores.

Os resistores de carbono apresentam 4 faixas coloridas, as quais fornecem o valor da resistência codificado:

A primeira faixa (aquela mais próxima da extremidade do resistor), representa o primeiro algarismo do valor da resistência;

- A segunda faixa representa o segundo algarismo
- A terceira faixa representa o número de zeros que devemos adicionar, dando em Ohms o valor do resistor.
- A quarta faixa representa a tolerância em porcentagem.

O que se usa, normalmente, são resistores de ±5%, Fixando os de 2% e 1% para aplicações em projetos profissionais ou militares.

TABELA A

CÔR	1ª FAIXA	2ª FAIXA	3ª FAIXA	4ª FAIXA
PRETO/PT	-	0	-	-
MARROM/MR	1	1	0	1%
VERMELHO/VM	2	2	00	2%
LARANJA/LJ	3	3	000	-
AMARELO/AM	4	4	0000	-
VERDE/VD	5	5	00000	-
AZUL/AZ	6	6	000000	-
VIOLETA/VT	7	7	-	-
CINZA/CZ	8	8	-	-
BRANCO/BR	9	9	-	-
OURO/OR	-	-	*x0,1	5%
PRATA/PT	-	-	*x0,0,1	10%

MULTIPLICAR

EXEMPLOS:

1ª FAIXA - MARROM (1)
2ª FAIXA - VERMELHO (2)
3ª FAIXA - LARANJA (000)
4ª FAIXA - OURO (5%)

12.000 OHMS +-5%

1ª FAIXA - LARANJA (3)
2ª FAIXA - BRANCA (9)
3ª FAIXA - PRETO (-)
4ª FAIXA - PRATA (10%

39 OHMS I 10%

Ferramentas necessárias para o montagem.

Para obter melhores resultados na montagem é aconselhável a utilização das seguintes ferramentas:

1 - **FERRO DE SOLDA:** elétrico de ponta fina com potência nunca inferior aos 30 Watts e nunca superior ao 50 Watts;

2 - **CHAVE DE FENDA:** de aproximadamente 1/8"x4" para todos os parafusos;

3 - **ALICATE DE BICO:** de aproximadamente 5" de comprimento. É utilizado para dobrar os terminais dos componentes, conduzir fiação, dissipador de calor, etc;

4 - **ALICATE DE CORTE:** de aproximadamente 5" de comprimento. É utilizado para cortar fios antes da soldagem, bem como os excessos dos terminais após a soldagem;

5 - **MATERIAL PARA CONFECÇÃO DA PLAQUETA** (ver tópico mais adiante).

OBS: Os ferros de soldar novos exigem que as pontas sejam previdamente estanhadas para que haja maior transferência de calor, e para tanto, siga as seguintes instruções.

A - Deixe o ferro de soldar aquecer até que ele seja capaz de derreter o fio de solda sem dificuldade;

B - Derreta solda por toda a volta da ponta do ferro de solda até que esta esteja toda envolvida;

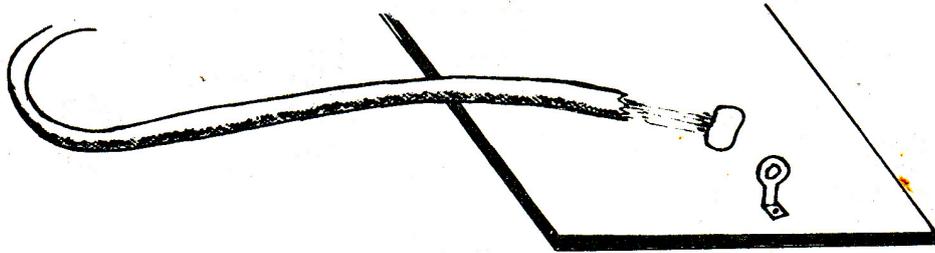
C - Escorra essa solda passando a ponta do ferro de soldar por uma planela ou estopa molhada. Agora a ponta estará. permanente, com solda na ponta;

D - Durante a soldagem, mantenha sempre a ponta do ferro de solda limpa, repetindo quando necessário, a operação do ítem C, acima.

Uma das dificuldades do principiante refere-se a soldagem de um fio num terminal de ligação. Normalmente há queima da capa e o aspecto deixa muito a desejar. Isso ocorres pelo fato de que o fio ficou grande e assim absorve enorme quantidade de calor que provoca o que já conhecemos.

Para que isso ocorra, descasque-o de modo que tenha apenas 3mm de ponto. Solde a ponta do fio e esta ficará com aspecto de uma bolinha. Estanhe o terminal onde fica o fio. Agora deixe o soldador dissolver a solda do terminal.

Imediatamente coloque o fio a ponta estanhada (bolinha), retire o soldador. Não mexa até que as partes solidifiquem.

A figura abaixo ilustra parcialmente a operação.

PROBLEMAS COM CAPACITORES

Alguns possuem algumas dúvidas a respeito do capacitor, principalmente se ele for de disco-cerâmico no que se refere a determinação de seu valor. Atualmente, eles são codificados de forma especial.

EXEMPLO: Se o seu valor for de 10.000pF, ele virá da seguinte forma: 103. Se o capacitor for de 2200, ele será codificado assim: 222.

Após o último algarismo aparecerá uma letra que representará a tolerância. A letra K indicará que o capacitor é de ±10%

Os capacitores que apresentarem seus valores codificados por cores, obedecerão á tabela apresentada no tópico aos resistores excluindo para tanto a quarta e quinta que são respectivamente: tolerância e tensão de trabalho.

CONFECÇÃO DE PLAQUETA

Ai esta um dos pontos positivos da construção de um projeto eletrônico, é a construção da plaqueta de fiação impressa, comumente dita por PCI (Placa de Circuito Impresso).

Em primeiro lugar, devemos cortar a placa nas dimensões exatas que pedem o desenho. Com o auxílio de uma espátula ou faca especial vamos riscar a placa do lado cobreado de modo que o sulco seja relativamente profundo.

Paralelando essa linha com a mesa, forçamos cuidadosamente tanto para cima como para baixo a placa de modo que a mesma desprenda-se do restante facilmente.

Caso a mesma esteja oxidada, recomenda-se, com o auxílio de um pedaço de palha de aço super fina, um polimento para a operação seguinte.

Fixar com auxílio de fita adesiva o lado cobreado no verso da folha do desenho. Verifique se não houve deslocamento. Com o auxílio de um riscado, faz-se os pontos na placa, pressionando por cima do desenho, nos furos estampados.

Após a sua conclusão, retira-se a folha do desenho e aparecerão no cobre da plaqueta os pontos feitos pelo riscador.

Agora, utilizando um esmalte de cor berrante (vermelho) dissolvido com itner e vamos redesenhar a plaqueta com um tira-linha.

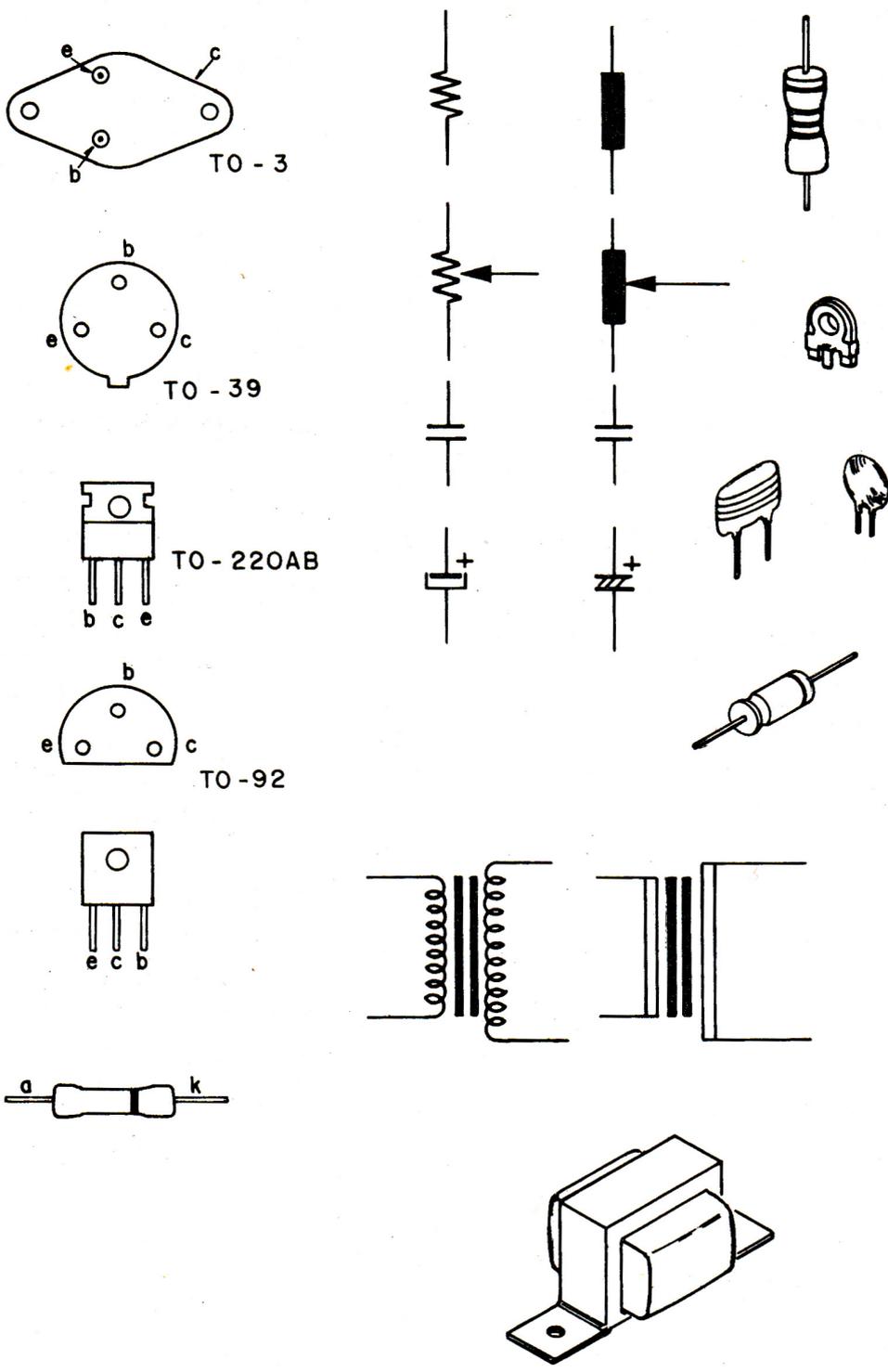
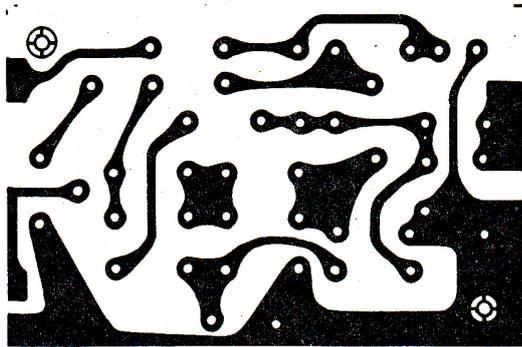
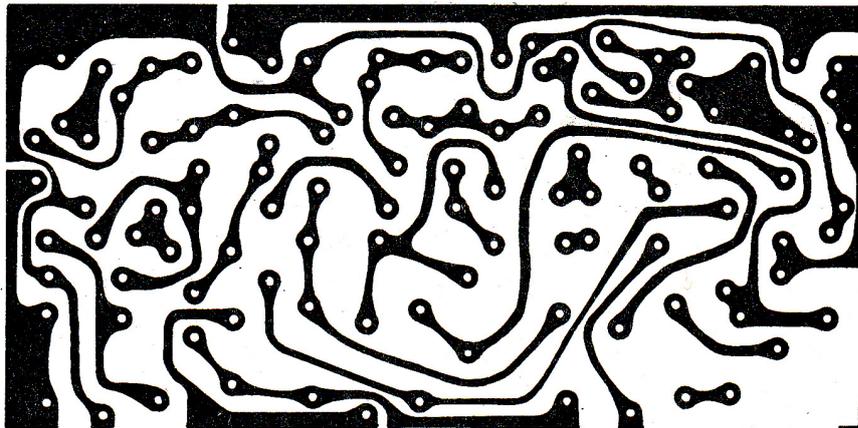
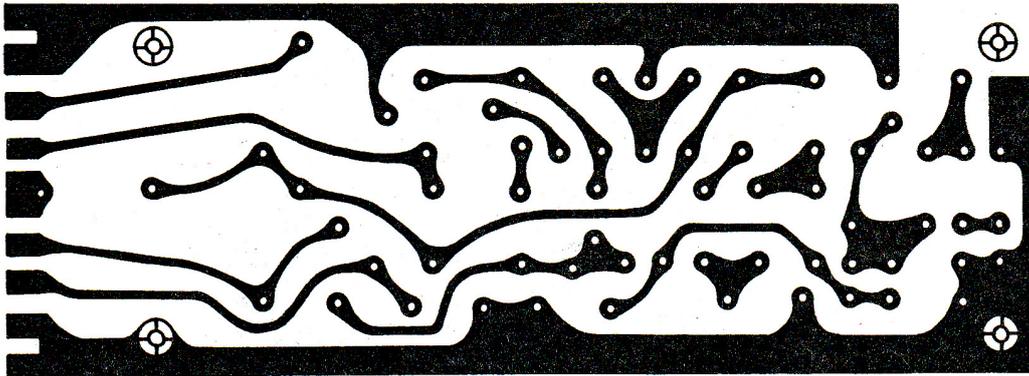
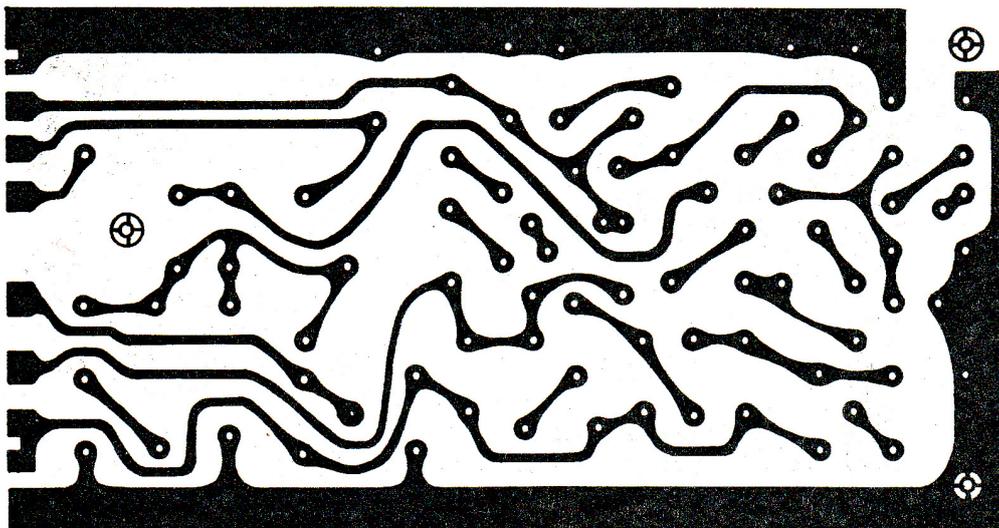
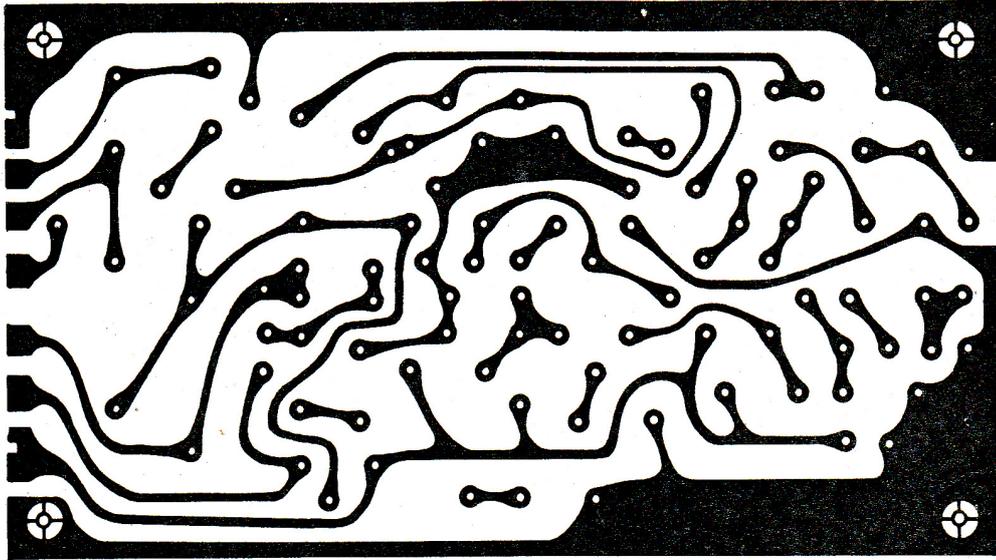
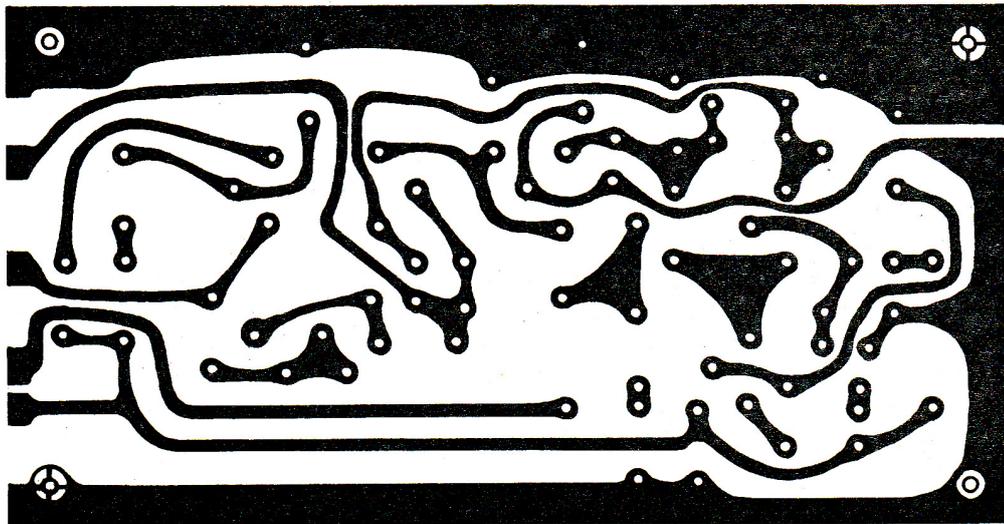
Ajusta-se a distância do tira-linha que ajustára a quantidade de esmalte, une-se pontos por pontos conforme pede o desenho.

Após a conclusão, vamos mergúlhar essa placa em uma solução contendo percloreto de ferro + água e esperar por volta de uns 30 minutos que a parte sem esmalte será removida por essa solução.

Feito isso, com uma estopa umedecida em tiner, remove-se o esmalte ficando a placa que deverá ser furada de acordo com as medidas dos componentes.

Após isso, vamos polir e aplicar o veriniz para que as trilhas cobreadas não oxidem.

O verniz empregado é uma solução de breo dissolvido em tiner que além de evitar a oxidação, favorece para que a solda tenha boa aderência na plaqueta.

SIMBOLOGIA TÉCNICA EM RELAÇÃO AOS COMPONENTES.

PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO DO **PRÉ-MAGNÉTICO** - FIG.4 DA PAG. 3

PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO DO **PRÉ-TONAL** - FIG.6 PÁG. 5.

PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO DO MÓDULO **20 a 40 WATTS** - FIG.9 PÁG. 7

PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO DO MÓDULO DE **70 WATTS** - FIG.12 DA PÁG. 9

PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO DO MÓDULO DE **130 WATTS** - FIG.16 PÁG. 13

PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO DO MÓDULO DE **200 WATTS** - FIG.22 PAG. 17

Após a apresentação dos amplificadores deixamos à sua escolha o melhor tipo para adaptar-se à sua necessidade.

Como nosso objetivo é também o acessoramento técnico ao leitor, os editores apresentam abaixo uma ficha-pesquisa para que sejam sanadas, eventuais dúvidas, ou sejam dadas sugestões para o aprimoramento da obra ou ainda a indicação de novos títulos que eventualmente sejam sugeridos pelos leitores.

NOME: ____

END.: ____

CEP: ______________ CIDADE: ______________ ESTADO: ______________

PROFISSÃO: ____

OBRA ADQUIRA EM: REVENDEDOR: ______________________________

CIDADE: ______________________ ESTADO: ______________________

____

____

____

____

____

____

DE DE 19

____

ASSINATURA

PRÓXIMOS LANÇAMENTOS

GRANDES PROJETOS - VOL II.

Obra contendo equalizadores: básico, transistorizado, com circuito integrado e paramétrico. Filtros: graves e agudos. Mixer, micro-transmissor de FM e VU de led.

GRANDES PROJETOS - VOL III.

Obra contendo projetos de fontes de alimentação oferecendo a parte teórica bem como os esquemas e placas de circuito de fontes estabilizadas e reguladas incluindo proteção contra curto-circuito além de informações sobre duplicadores e quintuplicadores de tensão.